

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-168871

(43)Date of publication of application : 22.06.2001

(51)Int.Cl.

H04L 12/28

H04L 29/08

(21)Application number : 11-346910

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>

(22)Date of filing : 06.12.1999

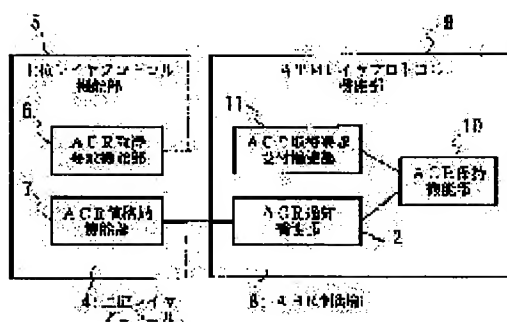
(72)Inventor : ISHIBASHI KEISUKE
KOIKE ARATA

(54) DATA TRANSFER SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To transfer a packet by utilizing transmission enable rate information from a network by a higher-order layer protocol, when a lower-order layer protocol has the information.

SOLUTION: An ATM communication network is provided with an explicit congestion reporting function or an explicit transmission enable data amount reporting function. An ATM layer protocol function part 9 of the lower-order layer protocol function part 9 mounted on a transmission terminal holds transmission enable rate information or transmission enable data amount information. Then the transmission enable rate information is directly obtained by the higher-order protocol function part 5 of the higher-order layer protocol 4 mounted on the transmission terminal and the higher-order layer protocol 4 executes the shaping of a data transfer rate based on obtained transmission possible rate information. Thus, the data is transferred at high speed, while avoiding congestion in the ATM communication network and the ATM layer protocol function part 9 of a lower-order layer mounted on the transmission terminal.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2001-168871
(P2001-168871A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/20	C 5 K 0 3 0
29/08		13/00	3 0 7 C 5 K 0 3 4
			9 A 0 0 1

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平11-346910

(22) 出願日 平成11年12月6日 (1999.12.6)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 石橋 圭介

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(72) 発明者 小池 新

東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
本電信電話株式会社内

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

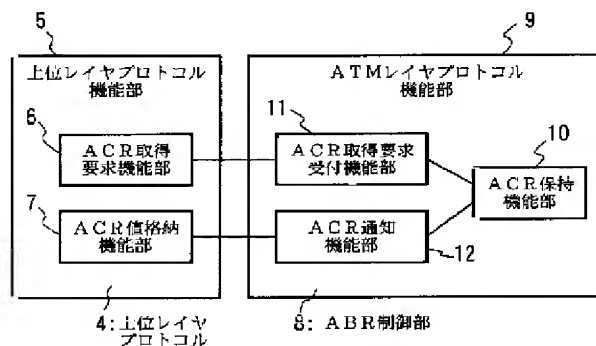
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 データ転送方式

(57) 【要約】

【課題】 下位レイヤプロトコルがネットワークからの送信可能レート情報を持っている場合に、上位レイヤプロトコルがその情報を利用しパケットを転送する。

【解決手段】 ATM通信網は、明示的輻輳通知機能あるいは明示的送信可能データ量通知機能を具備している。送信端末内に実装された下位レイヤプロトコルのATMレイヤプロトコル機能部9は、送信可能レート情報あるいは送信可能データ量情報を保持している。そして、この送信可能レート情報を、送信端末に実装されている上位レイヤプロトコル4の上位レイヤプロトコル機能部5が直接取得し、上位レイヤプロトコル4は取得した送信可能レート情報に基づいてデータ転送レートのシェーピングを行う。これによって、ATM通信網及び送信端末内で実装された下位レイヤのATMレイヤプロトコル機能部9での輻輳を回避しながら、高速にデータ転送を行うことができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 O S I階層の7レイヤモデルに基づいて構築された通信プロトコルにおけるデータ転送方式であって、送信端末と受信端末との間のみでプロトコル処理がなされ、且つ転送制御を行う機能を有する上位レイヤプロトコルと、前記送信端末と前記受信端末との間及び通信網内のネットワークエレメントでのプロトコル処理がなされ、且つ該ネットワークエレメントあるいは該受信端末における送信可能レート情報を通知する機能を有する下位レイヤプロトコルとを備え、前記送信側端末に実装された下位レイヤプロトコルが、前記ネットワークエレメントあるいは前記受信端末より通知された送信可能レート情報を保持し、前記送信側端末に実装された上位レイヤプロトコルが、前記送信側端末の下位レイヤプロトコルに保持されている送信可能レート情報を取得し、前記上位レイヤプロトコルが、取得した送信可能レート情報に基づいて転送データのシェーピングを行い、通信パケットを前記下位レイヤプロトコルに対して転送することを特徴とするデータ転送方式。

【請求項2】 前記送信端末に実装された下位レイヤプロトコルは、所望の容量のバッファメモリを備え、前記上位レイヤプロトコルが前記下位レイヤプロトコルに対して送出するデータのレート値と、該下位レイヤプロトコルがネットワーク内へ送信するデータのレート値とが異なるとき、前記バッファが、受け渡しされるデータを一時格納することによって、前記上位レイヤプロトコルと前記下位レイヤプロトコルとの間で、全てのデータの受け渡しを許容することを特徴とする請求項1に記載のデータ転送方式。

【請求項3】 前記バッファのメモリ内には、データ量に対応する閾値が設定され、該バッファメモリに蓄積されたデータ量が前記閾値を通過した時、前記上位レイヤプロトコルに対して、前記下位レイヤプロトコルの送信可能レート値を通知することを特徴とする請求項2に記載のデータ転送方式。

【請求項4】 前記閾値は、値の異なる2つの閾値からなり、前記バッファメモリ内のデータ量が、値の高い閾値を上回ったとき、及び値の低い閾値を下回ったとき、それぞれ、前記上位レイヤプロトコルに対して、前記下位レイヤプロトコルの送信可能レート値を通知することを特徴とする請求項3に記載のデータ転送方式。

【請求項5】 前記上位レイヤプロトコルが、前記下位レイヤプロトコルより取得した送信可能レート情報を利用することにより、該上位レイヤプロトコルが該下位レイヤプロトコルに対して転送する通信パケットのレートに関し、該上位レイヤプロトコルが動的にシェーピングを行うことを特徴とする請求項1～請求項4の何れかに記載

のデータ転送方式。

【請求項6】 前記上位レイヤプロトコルは、前記下位レイヤプロトコルより取得した送信可能レート情報を格納することを特徴とする請求項1～請求項5の何れかに記載のデータ転送方式。

【請求項7】 前記上位レイヤプロトコルが格納した送信可能レート情報は、該上位レイヤプロトコルが前記下位レイヤプロトコルより新たに取得した送信可能レートによって更新されることを特徴とする請求項6に記載のデータ転送方式。

【請求項8】 前記上位レイヤプロトコルは、格納している送信可能レート情報の更新を通信パケットごとに行うことを特徴とする請求項7に記載のデータ転送方式。

【請求項9】 前記上位レイヤプロトコルは、格納している送信可能レート情報の更新を複数のパケットごとに行うことを特徴とする請求項8に記載のデータ転送方式。

【請求項10】 前記上位レイヤプロトコルは、格納している送信可能レート情報を、前記下位レイヤプロトコルが前記上位レイヤプロトコルに対して割り込みを行うことにより更新することを特徴とする請求項6～請求項9の何れかに記載のデータ転送方式。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、送信端末に対する明示的輻輳通知機能や明示的送信可能レート通知機能、あるいは送信可能データ量通知機能を具備する網上において、転送すべきデータを高速かつ損失なく伝達するためのデータ転送方式に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在、一般的に用いられている通信プロトコルスタックは、通信階層参照モデルのO S I (Open System Interconnection) の7レイヤモデルに基づいて構築されており、各レイヤ間は独立して設計できるようになっている。このため、プロトコル開発者は、開発するレイヤ以外のレイヤの動作に関して関知することなしに開発できるという利点がある。しかしながら、この場合には、開発するレイヤのプロトコル自体で、例えば、パケット廃棄率やフィードバック時間の変動などを測定することによって、下位レイヤの状態を間接的に推定して、転送制御等をどのように行うかという判断を行う必要がある。

【0003】具体的な例として、例えば、T C P (Transmission Control Protocol) をO S Iプロトコルの第4レイヤとしてを用いた場合について説明する。T C Pでは、送信側端末が送ったパケットを受信側端末で受信すると、受信確認を表示するパケット (A c k = Acknowledgeパケット) を送信側端末に返す。A c kパケットには、次に受信側端末が受信を期待するパケット番号 (すなわち、現在までに受信側端末が正しく受信したデー

タのバイト数+1の値)が表示されている。送信側端末はAckパケットを受信することによって、既送信済パケットが受信側端末へ正しく到着したことを確認すると、次のデータを送信することができる。

【0004】この際、転送効率を上げるため、送信側は受信確認を待たずに一回に送信することができるデータ量(ウィンドウサイズ)を保持しており、このウィンドウサイズを調節することによって、通信網内の輻輳状態を回避する制御を行っている。このウィンドウサイズを用いた輻輳制御では、順調にAckパケットを受信しつづけている間は、徐々に、ウィンドウサイズを最大値に至るまで増加させることによって、通信網内へ流入させるパケット数を増加させていく。しかしながら、通信網内で輻輳がおこった場合には、通信網内でパケットが廃棄されてしまう。

【0005】この場合には、次のような2通りの状況が考えられる。一つめの状況は、送信側端末がパケットを送信した後、そのパケットに対応するAckパケットが一定時間に亘って得られない場合、すなわちタイムアウトの場合である。タイムアウトの場合、送信側端末は当該データが損失したものととして、前回受信確認が行われたデータより後に送信したデータを再送信する。また、この損失は網が輻輳しているためと判断され、ウィンドウサイズを減少させることによって、通信網内へ送信できるデータ量を減らすことで、通信網で生じていると推定する輻輳を回避する。

【0006】二つ目の状況は、送信側端末がAckパケットを次々と受信するが、そこに表示されている受信側端末が次に受信を期待しているパケット番号が、前回受信したものと同じパケット番号である場合である。この場合には、Ackに表示されているパケットがどこかで失われたが、後続のパケットは順調に転送されている状況と推定されるため、失われたと推定されるパケットのみを再送信し、また輻輳の程度は小さいと判断し、ウィンドウサイズは大きく縮小させることはしないという制御方法を行う。上記の何れの場合も、送信側でAckパケットの受信状態から、通信網の状態を間接的に推定することによって転送制御を行っている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来技術では、網の輻輳状況を送信側端末で間接的に推定するため、実際に通信網が転送可能なデータ量と、送信側端末が間接的に推定した送信可能データ量との間には差が生じる。特に、前述の従来技術において、TCPの1番目のタイムアウトにより輻輳を検出する場合には、通信網が高速、且つ大容量網になるにつれて、その傾向は顕著なものとなる。

【0008】たとえば、TCPの場合には、往復転送遅延時間(RTT)と使用する帯域(B)が与えられたとき、効率よくデータの転送を行うためには、ウィンドウ

サイズを、一般に、“ $2 \times RTT \times B$ ”以上にする必要があるといわれている。しかし、往復転送遅延時間が大きく、且つ広帯域な網を使用する場合には、ウィンドウサイズをこの値に設定すると、Ackの受信を待たずに送信側端末が転送することの可能なデータ量は、莫大な量となる。このため、ひとたび輻輳が発生して、タイムアウトを待ってデータを再送するという状況になると、TCPは莫大な量のデータを再送しなくてはならない。これに加えて、タイムアウトを待つ時間の間は、TCPの送信側端末はデータを転送する機会を失ってしまう。このように、網の状態をパケットの損失により間接的に推定する制御方法のみでは、高速且つ広帯域の網や送信可能レートの変動が激しい網では、網内でのパケット廃棄によるデータ転送スループット性能の劣化が著しいため、データ送信上の問題となっている。

【0009】すなわち、ATM(Asynchronous Transfer Mode)レイヤなど、通信における下位レイヤに位置するプロトコルも近年高度化が進み、輻輳制御機能などを備えるようになってきている。しかしながら、下位レイヤで得られた情報は、下位レイヤ内で終端されており、上位レイヤで利用することができない。このように、従来のデータ転送技術では、網が明示的に輻輳情報を提供しても、その情報は下位レイヤプロトコル内で終端されており、上位レイヤプロトコルへ通知されることはなく、また、上位レイヤプロトコルが、たとえレートシェーピング機能を備えていたとしても、動的に、明示的に下位レイヤプロトコルより得られた情報を利用することがない。

【0010】本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、下位レイヤで終端されている情報を取得して上位レイヤで利用することにより、既存の方式より効率よくパケットを転送することのできるデータ転送方式を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明のデータ転送方式は、主として、網が、明示的輻輳通知機能や明示的送信可能データ量通知機能あるいは送信可能データ量通知機能を具備し、送信側端末内に実装された下位レイヤプロトコルが、送信可能レート情報あるいは送信可能データ量情報を保持しているという条件のもとで、その送信可能レートを上位レイヤプロトコルが直接取得し、上位レイヤプロトコルはその取得したレート情報に基づいてデータ転送レートをシェーピングすることで、網及び送信側端末内に実装された下位レイヤプロトコルでの輻輳を回避しつつ、高速にデータ転送を可能とすることを特徴とする。

【0012】すなわち、本発明のデータ転送方式によれば、送信側の上位レイヤプロトコルは、ある条件が満たされるごとに、下位レイヤプロトコルが保持している送信可能レート情報を参照し、自プロトコルが送出可能な

データのレート把握する。もしくは、下位レイヤプロトコルはある条件が満たされるごとに上位レイヤプロトコルへ割り込みをかけ、当該下位レイヤプロトコルで保持している送信可能レート情報を上位レイヤプロトコルへ通知し、その通知を受けた上位レイヤプロトコルはその送信可能レート情報を把握する。そして、もし当該上位レイヤプロトコルが送出すべきデータを保持している場合には、その出力レートを把握した送信可能レートに適合させるために、パケット化されているデータを当該レート情報に応じてシェーピングして下位レイヤプロトコルへ送出することができる。

【0013】すなわち、本発明のデータ転送方式の具体的な手段は、OS I階層の7レイヤモデルに基づいて構築された通信プロトコルにおけるデータ転送方式であって、送信端末と受信端末との間のみでプロトコル処理がなされ、且つ転送制御を行う機能を有する上位レイヤプロトコルと、送信端末と受信端末との間及び通信網内のネットワークエレメントでのプロトコル処理がなされ、且つネットワークエレメントあるいは受信端末における送信可能レート情報を通知する機能を有する下位レイヤプロトコルとを備え、送信側端末に実装された下位レイヤプロトコルが、ネットワークエレメントあるいは受信端末より通知された送信可能レート情報を保持し、送信側端末に実装された上位レイヤプロトコルが、送信側端末の下位レイヤプロトコルに保持されている送信可能レート情報を取得し、上位レイヤプロトコルが、取得した送信可能レート情報に基づいて転送データのシェーピングを行い、通信パケットを下位レイヤプロトコルに対して転送することを特徴とする。

【0014】すなわち、OS I 7階層モデルのようにレイヤ分けされた通信プロトコルを使用し、比較的上位にあるレイヤのプロトコルである上位レイヤプロトコル部分は、原則として、送信端末と受信端末との間のみでプロトコル処理を行い、且つ転送制御を行う機能を備える。また、下位に位置するレイヤのプロトコルである下位レイヤプロトコル部分は、送信端末と受信端末との間のプロトコル処理に加えて、通信網内のネットワークエレメントもプロトコル処理に介入することができ、且つ通信網のネットワークエレメントあるいは受信端末における下位レイヤプロトコルで実現される機能は、送信端末における対応する下位レイヤプロトコル機能に対して通信に必要な帯域情報、すなわち送信可能レート情報を通知する能力を有している。そして、送信側端末の下位レイヤプロトコル機能は、ネットワークエレメントあるいは受信端末より通知された送信可能レート情報を保持すると共に、その送信可能レート情報に応じて、通信パケットをシェーピングして送信する能力を有している。さらに、送信側端末に実装された上位レイヤプロトコルが、送信側端末の下位レイヤプロトコル機能により保持されている送信可能レート情報を取得し、この送信可能

レート情報を利用して、通信パケットを下位レイヤプロトコルに対して転送するようにしたことを特徴とするデータ転送方式である。

【0015】また、本発明のデータ転送方式は、前記の手段に加えて、送信端末に実装された下位レイヤプロトコルは、所望の容量のバッファメモリを備え、上位レイヤプロトコルが下位レイヤプロトコルに対して送出するデータのレート値と、下位レイヤプロトコルがネットワーク内へ送信するデータのレート値とが異なるとき、バッファが受け渡しされるデータを一時格納することによって、上位レイヤプロトコルと下位レイヤプロトコルとの間で、全てのデータの受け渡しを許容することを特徴とする。

【0016】また、バッファのメモリ内にはデータ量に対応する閾値が設定され、このバッファメモリに蓄積されたデータ量が閾値を通過した時、上位レイヤプロトコルに対して下位レイヤプロトコルの送信可能レート値を通知することを特徴とする。さらに、閾値を、値の異なる2つの閾値として設け、バッファメモリ内のデータ量が、値の高い閾値を上回ったとき及び値の低い閾値を下回ったときに、それぞれ、上位レイヤプロトコルに対して下位レイヤプロトコルの送信可能レート値を通知するようにしてもよい。すなわち、このようなバッファを設けることによって、例えば、ATMレイヤのACR値が、上位レイヤプロトコルが取得したACR値より小さくなっている場合でも、データ溢れを生じる虞はなくなる。

【0017】また、本発明のデータ転送方式は上記の発明に加えて、上位プロトコルが下位レイヤプロトコルより取得した送信可能レート情報を利用することにより、上位レイヤプロトコルが下位レイヤプロトコルに対して転送する通信パケットのレートに関し、上位レイヤプロトコルが動的にシェーピングを行うことを特徴とする。

【0018】さらに、本発明のデータ転送方式は、上記の発明に加えて、上位プロトコルは下位レイヤプロトコルより取得した送信可能レート情報を格納することを中心とする。そして、上位レイヤプロトコルが格納した送信可能レート情報は、上位レイヤプロトコルが下位レイヤプロトコルより新たに取得した送信可能レートによって更新されるようにする。また、上位レイヤプロトコルは、格納している送信可能レート情報の更新を通信パケットごとに行ってもよいが、複数のパケットごとに行ってもよい。このように、複数のパケット毎に一括して更新することによって、プロトコル処理のオーバーヘッドを、より一層削減することができる。

【0019】また、本発明のデータ転送方式は、上記の各発明に加えて、上位レイヤプロトコルは、格納している送信可能レート情報を下位レイヤプロトコルが上位レイヤプロトコルに対して割り込みを行うことにより更新することを特徴とする。このような割り込み処理を行う

ことによって、さらに高速にデータ転送を行うことができる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明のデータ転送方式の実施の形態を詳細に説明する。すなわち、本発明の実施の形態に係るデータ転送方式の通信網は、通信端末間でATMによる通信を提供するものであり、ここでは、前述の下位レイヤプロトコルとして、ATMサービスのサービスカテゴリの一つであるABR (Available Bit Rate) サービスカテゴリを、ネットワークが明示的輻輳通知機能を具備する下位レイヤプロトコルの例として用いることを想定した場合について述べる。尚、本発明の実施の形態における通信端末とは、例えば、ATMプロトコルを利用可能なコンピュータなどの端末装置を意味する。

【0021】図1は、本発明が適用されるATM通信網の基本構成の一例を示す構成図である。同図に示すように、対向する少なくとも2台の、ATMプロトコルが動作可能な通信端末であるATM端末1、2がATM通信網3に接続されている。また、この実施の形態では、ABRを提供するATMスイッチの中で、特に、明示的レート表示、すなわち、端末機器などを制御するための制御信号であるERマーキングを用いたスイッチなどを使用したABR網を利用した通信について考える。以下の説明では、本発明の実施の形態を、図1に示すようなATM通信網3を利用する通信端末1、2の、特にATMセルを送信する側の機能への適用方法として説明する。

【0022】次に、ABRサービスカテゴリの通信に関して説明する。ABRサービスカテゴリを用いたATMによる通信では、トラフィックの特徴を定めるために通常行われているコネクション設定時における各種の属性の設定以外に、通信が行われている最中にも、RM (Resource Management) セルと呼ばれる特殊な制御用セルを用いることにより、ATMネットワーク内のスイッチ等のネットワークエレメント、あるいは受信端末が受け入れ可能な通信速度が、送信レート (ER: Explicit Rate) 値として送信端末へ通知される。尚、このようなRMセルのような特殊な制御用セルは、セルのヘッダ部にあるPTIフィールドの値により他の種類のセルと識別される。

【0023】送信端末は、一定の数のデータセルを送信するごとにRMセルを送信する。ネットワーク内へ送信されたRMセルは、着信端末に到着すると、そこで逆方向コネクションへ折り返されて送信端末へ戻される。このRMセルのネットワーク内巡回の過程で、ネットワークエレメントがRMセル内のER値などの制御情報を設定する。また、ABRプロトコルを実装したATM端末では、ATMレイヤの送信レート値に関する動的なレート制御機能が実現されている。この送信端末では、RMセルにより通知されたER値に基づいて計算されたレー

ト値 (ACR: Allowed Cell Rate) に従った速度以下の速度で、ATMセルをネットワーク内へ送信することができる。尚、指定レート値の詳細な計算方法については、文献“The ATM Forum, Traffic Management Specification 4.0, April 1996”に記述されている。尚、ABRでは、送信端末がこのRMセルに書き込まれている送信可能レートに従いデータセルを送信している限り、網における輻輳は発生せず、網における転送中の損失もごく稀であるという保証が網から得られる。

【0024】次に、本発明のデータ転送方式の具体的な実施の形態について説明する。まず、第1の実施の形態について述べる。この実施の形態では、ABRについて、上位レイヤプロトコルからのパケット送信を制御する方法を実現することについて述べる。そのためには、まず前述のABRプロトコルを実装している送信端末がメモリ内に保持しているレート情報 (ACR値) を、必要に応じて、上位レイヤプロトコルが取得するための機能を実現する必要がある。ACR値は、ATM端末内でATMレイヤの送信制御を行う機能を有するネットワークインターフェースカード (NIC: Network Interface Card) 内に、VC (virtual Channel) 毎、あるいは当該送信端末がVP (Virtual Path) 端末であれば、VP毎に保持されている。尚、以下の説明ではVCで代表させる。

【0025】図2は、本発明の第1の実施の形態が適用可能な送信端末における機能モデルを示す説明図である。すなわち、この図は、NIC内のACR値を上位レイヤが取得するための機能ブロック図である。上位レイヤ部分の上位レイヤプロトコル機能部5は、上位レイヤプロトコル4からの通信要求に対応して、存在しているATMレイヤのVCについての現在のACR値を取得し更新することを要求するACR取得要求機能部6と、その返値を格納するACR値格納機能部7とを備えている。すなわち、ACR取得要求機能部6は、上位レイヤプロトコル4に保持された送信可能レート情報を、上位レイヤプロトコル4が下位レイヤプロトコルより新たに取得することにより更新を要求する機能を備えている。また、ACR値格納機能部7は、下位レイヤプロトコル、すなわち、ATMレイヤプロトコル機能部9より得られた送信可能レート情報を上位レイヤプロトコル4に保持する機能を備えている。

【0026】一方、下位レイヤのABR制御部8におけるATMレイヤプロトコル機能部9は、ACR値を保持するACR保持機能部10と共に、保持しているACR値に対する取得要求を受け付けるACR取得要求受付機能部11と、保持しているACR値を上位レイヤプロトコル機能部5へ通知するACR通知機能部12とを備えている。

【0027】上位レイヤプロトコル4は、パケットを下位レイヤ、すなわちATMレイヤプロトコル機能部9へ

渡す際、ACR値取得要求機能部6を用いることにより、ATMレイヤプロトコル機能部9のレート情報を取得し、その値を元に算出したパケット間隔で、前回送り出したパケットとの間隔を調整することによって、パケ

$$\text{パケット間隔} \geq \text{Max}(\text{パケットサイズ} / (48 \times \text{ACR}) - \delta, 0) \quad (1)$$

ここで、 δ は上位レイヤプロトコル4が当該パケットを処理するのに必要となる時間である。この処理時間 δ は、パケットサイズにより異なる値になるが、本実施の形態では、簡単のため δ の値に定数値を使用した場合を示す。

【0028】図3は、図2に示す機能モデルにおいて、第1の実施の形態に係る送信端末における上位レイヤプロトコルでのパケットシェーピングの数値間の関係を示す説明図である。すなわち、上位レイヤプロトコル4が当該パケットを処理するのに必要となる時間 δ の値を、パケットの処理時間に合わせて可変にする場合には、その値を変化させるやり方としては、パケットサイズのオーダーによりパケットサイズを複数の定数値へ対応させることによる方法が、実装上は簡単である。

【0029】図3の例では、ACR値の通知される送信可能レートA1、A2の値の単位を「セル/秒」、パケット間隔の単位を「時間」、パケットサイズMの単位を「バイト」と仮定しているため、ACRの値A1、A2に48が乗ぜられている。尚、他の単位系を使用する場合には異なる乗数となる。上記の(1)式に基づく制御は、システムクロックを基に動作するパケット間隔調整タイマ機能により実現される。図3では、送信可能レートA1「セル/秒」のパケット間隔は、パケットサイズがM「バイト」であるので、 $M / (A1 \times 48)$ 「秒」となっている。また、送信可能レートA2「セル/秒」のパケット間隔は、パケットサイズがM「バイト」であるので、 $M / (A2 \times 48)$ 「秒」となっている。

【0030】図4は、図2に示す機能モデルにおける、第1の実施の形態のパケット送信間隔制御の状態遷移図である。図4において、上位レイヤプロトコル4でn-1番目（ここでnは2以上の自然数）のパケットをATMレイヤプロトコル機能部9へ渡す事象に引き続いて、上位レイヤプロトコル4へn番目のパケット転送要求があったとする（ステップS1）。すると、上位レイヤプロトコル4は、ACR情報を保持しているABR用のNIC（以下ABR NIC）のACR取得要求受付機能部11へ、そのパケットの転送が行われるべきVCに関するACR取得要求を行う（ステップS2）。そして、当該ABR NICは、当該VCに関するACR値を上位レイヤプロトコル4のACR取得要求機能部6へ通知する（ステップS3）。

【0031】そして、上位レイヤプロトコル4は、前回のn-1番目のパケット送出から今回のn番目のパケット送出までのパケット転送間隔が、間隔決定機能部によって前述の式(1)により計算され、その計算により得

られた時間をシステム内のタイマ機能により待った後（ステップS4）、n番目のパケットをATMレイヤプロトコル機能部9のACR保持機能部10のNICバッファへ書き込む（ステップS5）。さらに、バッファへ書き込んだACR値を上位レイヤプロトコル機能部5へ通知する（ステップS6）。また、上位レイヤプロトコル4へn+1番目のパケット転送要求があった場合も（ステップS7）、前述と同様のステップを繰り返す。

【0032】図5は、第1の実施の形態に係る上位レイヤプロトコルでのパケット伝送方法に関する制御内容を示すフローチャートである。すなわち、上位レイヤプロトコル4が送信可能レート（Ai）を取得すると（ステップS11）、上位レイヤプロトコル4が取得した送信可能レート（Ai）の処理時間をカウントするためにタイマを起動する（ステップS12）。そして、この送信可能レート（Ai）のパケットをATMレイヤに送信し（ステップS13）、タイマのカウント時間が、パケットサイズ（M）を送信可能レートのACR値（Ai）で割った値、すなわち、 M / Ai 「秒」を経過したら（ステップS14）、上位レイヤプロトコル4に送信すべき次のパケットがあるか否かを判定し（ステップS15）、ある場合は、ステップS11に戻り、前述と同様の処理を繰り返す。一方、ステップS15で送信すべき次のパケットがない場合は、送信パケット待受け状態となる（ステップS16）。

【0033】すなわち、第1の実施の形態のパケット伝送方法では、上位レイヤプロトコルが送信可能レート情報の更新をパケット送信要求がある毎に行うものである。そのため、一旦ACR値を取得した後で、パケット間隔の調整を行っている待ち時間の間に、ATMレイヤでのACR値が、上位レイヤプロトコルが取得したACR値と異なる値になっている可能性がある。特に、ATMレイヤのACR値が、上位レイヤプロトコル4が取得したACR値より小さくなっている場合には、データ溢れが生じることがある。

【0034】このような状態を回避するために、ATMレイヤプロトコル機能部9にバッファメモリを用いる。すなわち、送信端末側の下位レイヤ機能を実現するデバイス内に適当な量のバッファメモリを備え、上位レイヤプロトコル4がデータを下位レイヤに対して送出するレートの値と、下位レイヤプロトコルがネットワーク内へ送信するレート値が異なった場合には、バッファメモリにレート値を格納するようにする。すなわち、これを実現するためには、上位レイヤプロトコルで送信する最大パケットサイズ分のデータを格納するための容量を、当

該メモリ装置内に用意することによってATMレイヤで保持できるようにする。

【0035】次に、本発明におけるデータ転送方式の第2の実施の形態について説明する。前述の第1の実施の形態では、上位レイヤプロトコルがパケット送信要求を受付ける毎にACR値取得要求を行っている。しかし、上位レイヤプロトコルがデータを高速に転送している場合には、ATMレイヤへパケットの送信要求を行う毎に、ACR値の取得要求を行っている、プロトコル処理上のオーバーヘッドが無視できなくなる。そこで、第2の実施の形態では、上位レイヤプロトコルが送信可能レート情報の更新を複数のパケットごとに行うようにした。このように、複数のパケット送信要求毎にACR取得要求を行うことによりプロトコル処理のオーバーヘッドを削減することができる。

【0036】図6は、第2の実施の形態における、複数のパケット毎にパケット送信間隔制御を行う場合の状態遷移図の一例である。図6において、上位レイヤプロトコルは、1度ACRの取得要求を行って（ステップS21）、ACR値を取得した後は（ステップS22）、ACR値を取得することなく、それぞれ、前述の（1）式の計算式に基づくパケット転送間隔ごとに（ステップS23）、m回までパケット送出を行う。そして、m回目のパケットにおいて、再び、上位レイヤプロトコルはACR取得要求を行って（ステップS24）、ACR値を取得する（ステップS25）。さらに、上位レイヤプロトコルで格納しているACR値情報を更新し、そのACR値に基づいて計算された新しいパケット転送間隔によりパケット送出を行う。ここで、mは上位レイヤプロトコルにより定められた数である。

【0037】また、上記の第2の実施の形態は図7のように変形することもできる。図7は、第2の実施の形態における、複数のパケット毎にパケット送信間隔制御を行う場合の状態遷移図の他の例である。すなわち、この

$$\text{パケット間隔} = \text{Max} \left(m \times \text{パケットサイズ} / (48 \times \text{ACR}) - \tau, 0 \right) \quad (2)$$

ここで、 τ はm個のパケットを送出するのに要する上位レイヤプロトコルの処理遅延により定められる値である。また、mはATMレイヤで得られるバッファ量をパケットサイズで割った値である。

【0040】図9は、図8のフローチャートに示す第2の実施の形態において、送信端末における上位レイヤプロトコルでのパケットシェーピングの数値間の関係を示す説明図である。同図において、送信可能レートA1〔セル/秒〕は、パケットサイズM〔バイト〕のパケットがm個送出されている。このときのパケット間隔は、 $m \times M / (A1 \times 48)$ 〔秒〕である。また、送信可能レートA2〔セル/秒〕についても同様である。すなわち、図7で示す転送方法では、図6で示す転送方法に比べて、一度にたくさんのパケットが上位レイヤプロトコルから

場合は、上位レイヤプロトコル内に送信すべきパケットが既に蓄積されている場合の状態遷移を示している。したがって、上位レイヤプロトコルは、m個分のACR取得要求を行って（ステップS31）、ACR値を取得すると（ステップS32）、m回分のパケット転送間隔を経て（ステップS33）、再び、ACR取得要求を行い（ステップS34）、ACR値を取得する（ステップS35）。

【0038】図8は、図7に示す状態遷移図において、上位レイヤプロトコルでのパケット伝送方法に関する制御内容を示すフローチャートである。すなわち、上位レイヤプロトコルは、送信可能レート（Ai）を取得すると（ステップS41）、転送可能なパケット数mの計算を行う（ステップS42）。尚、mは、下位レイヤバッファ量をパケットサイズで割った値である。さらに、上位レイヤプロトコルが取得した送信可能レート（Ai）の処理時間をカウントするためにタイマを起動する（ステップS43）。そして、m個のパケットをATMレイヤに送信し（ステップS44）、タイマのカウント時間が、パケットサイズ（M）をm個の送信可能レートのACR値（A）で割った値、すなわち、 M/A 〔秒〕を経過したら（ステップS45）、上位レイヤプロトコルに送信すべき次のパケットがあるか否かを判定し（ステップS46）、ある場合は、ステップS41に戻り、前述と同様の処理を繰り返す。一方、ステップS46で送信すべき次のパケットがない場合は、送信パケット待受け状態となる（ステップS47）。

【0039】すなわち、図8の場合は、上位レイヤプロトコルは1度ACR値を取得した後はACR値を取得することなく、m回のパケット送出を直ちに行い、m個のパケット送出後に、次の（2）式に基づく間隔を待ち、次のACR値の取得要求およびそれに引き続くパケット送出を行う。

転送されてくるため、ATMレイヤのNICにより大きなバッファを必要とする一方、上位レイヤプロトコルで維持すべきタイマの精度を、図6の転送方法の場合に比べて緩く設定することができる。

【0041】次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。すなわち、前述の第1の実施の形態および第2の実施の形態では、NICが保持しているACR値を上位レイヤプロトコルから取得する方法である。ところが、より高速な制御を行う場合には、上位レイヤからACR値を取得するのではなく、ATMレイヤより直接上位レイヤプロトコルへ割り込みをかけることによってACR値を更新する方が有利である。すなわち、上位レイヤプロトコルに保持された送信可能レート情報を、下位レイヤプロトコルが上位レイヤプロトコルに対して割り

込みを行い、更新する方法である。

【0042】この場合は、送信端末側下位レイヤ機能を実現するデバイス内に適当な量のバッファメモリを設けておき、上位レイヤプロトコルがデータを下位レイヤに対して送出するレート値と、下位レイヤプロトコルがネットワーク内へ送信するレート値が異なった場合でも、レート値を格納できるようにする。そして、バッファメモリ内に1つの閾値を設定しておき、バッファメモリにたまったデータ量がその閾値を超過した時点で、上位レイヤプロトコルに対して下位レイヤプロトコルでの送信可能レート値を通知することによって割り込み信号を発生させ、上位レイヤプロトコルで保持している値をACR通知割り込み機能により更新を行う。尚、1つの閾値の代わりに、値の異なる2つの閾値を設け、バッファメモリ内のデータ量が、高い閾値を上回った時及び低い閾値を下回ったとき、それぞれ、上位レイヤプロトコルに対して下位レイヤプロトコルでの送信可能レート値を通知するようにしてもよい。

【0043】図10は、本発明の第3の実施の形態が適用可能な、送信端末における機能モデルを示す説明図である。同図において、上位レイヤプロトコル21の上位レイヤプロトコル機能部22は、ACR値格納機能部23を備え、下位レイヤのATMレイヤプロトコル機能部24は、割り込み発生機能部25とACR保持機能部26とACR通知割り込み機能部27を備えている。この図の場合の状態遷移図は、前述の第1の実施の形態、及び第2の実施の形態における図4～図6と図7において、ACR取得要求およびACR値通知をACR値読み取りと読みかえればよく、他の構成は同一であるので重複する説明は省略する。

【0044】尚、上記に述べた実施の形態は本発明を説明するための一例であり、本発明は、上記の実施の形態に限定するものではなく、発明の要旨の範囲で、その技術的範囲を種々変型して実施することが可能である。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のデータ転送方式により、網の輻輳状況を上位レイヤプロトコルが直接反映したデータ転送制御が可能となり、上位レイヤプロトコルから送信された後の、転送中のパケットの損失を最小限に押さえることができる。また、本発明の制御におけるオーバーヘッドは、ネットワークインターフェースカードからの情報の取得とパケットシェーピングだけであるため、上位レイヤで行う輻輳制御のためのプロトコル処理による端末の処理負荷も減少される。したがって、従来のデータ転送方式に比べ、より一層の高速

度通信への適用が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明が適用されるATM通信網の基本構成の一例を示す構成図である。

【図2】 本発明の第1の実施の形態が適用可能な、送信端末における機能モデルを示す説明図である。

【図3】 図2の機能モデルにおいて、第1の実施の形態に係る送信端末における上位レイヤプロトコルでのパケットシェーピングの数値間の関係を示す説明図である。

【図4】 図2に示す機能モデルにおける、第1の実施の形態のパケット送信間隔制御の状態遷移図である。

【図5】 第1の実施の形態に係る上位レイヤプロトコルでのパケット伝送方法に関する制御内容を示すフローチャートである。

【図6】 第2の実施の形態における、複数のパケット毎にパケット送信間隔制御を行う場合の状態遷移図の一例である。

【図7】 第2の実施の形態における、複数のパケット毎にパケット送信間隔制御を行う場合の状態遷移図の他の例である。

【図8】 図7に示す状態遷移図において、上位レイヤプロトコルでのパケット伝送方法に関する制御内容を示すフローチャートである。

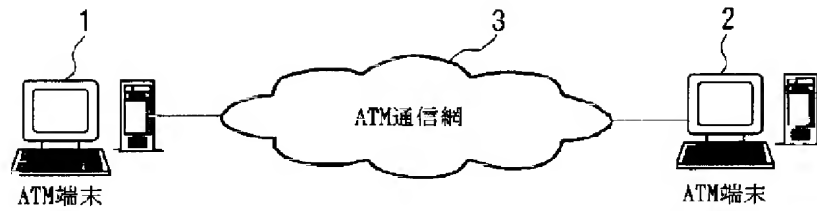
【図9】 図8のフローチャートに示す第2の実施の形態において、送信端末における上位レイヤプロトコルでのパケットシェーピングの数値間の関係を示す説明図である。

【図10】 本発明の第3の実施の形態が適用可能な、送信端末における機能モデルを示す説明図である。

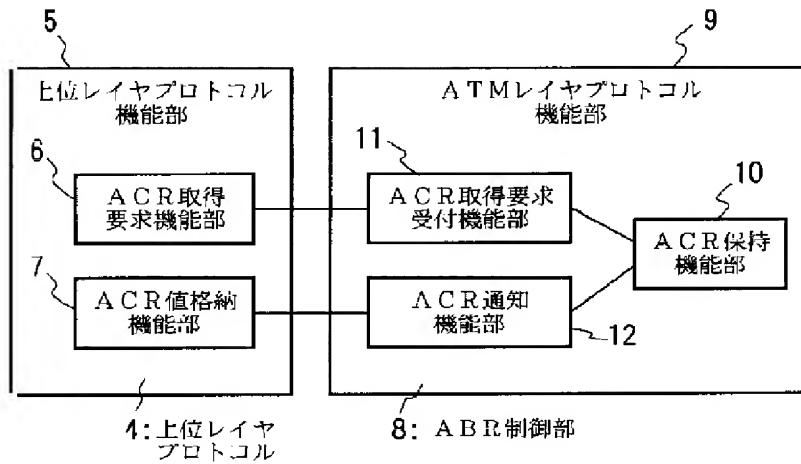
【符号の説明】

- 1、2 ATM端末
- 3 ATM通信網
- 4、21 上位レイヤプロトコル
- 5、22 上位レイヤプロトコル機能部
- 6 ACR取得要求機能部
- 7、23 ACR値格納機能部
- 8、24 ABR制御部
- 9、24 ATMレイヤプロトコル機能部
- 10、26 ACR保持機能部
- 11 ACR取得要求受付機能部
- 12 ACR通知機能部
- 25 割り込み発生機能部
- 27 ACR通知割り込み機能部

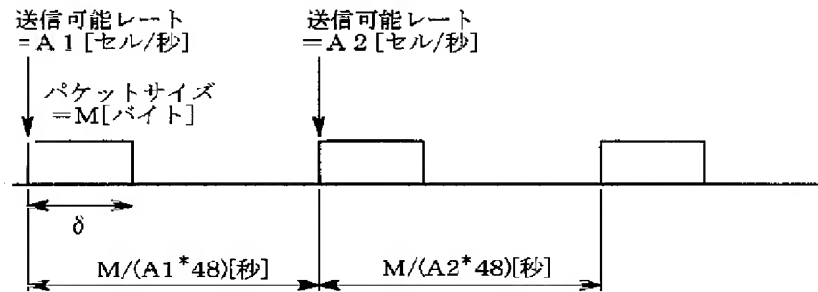
【図1】



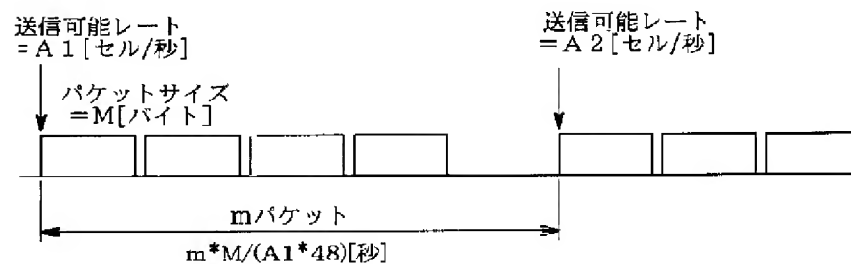
【図2】



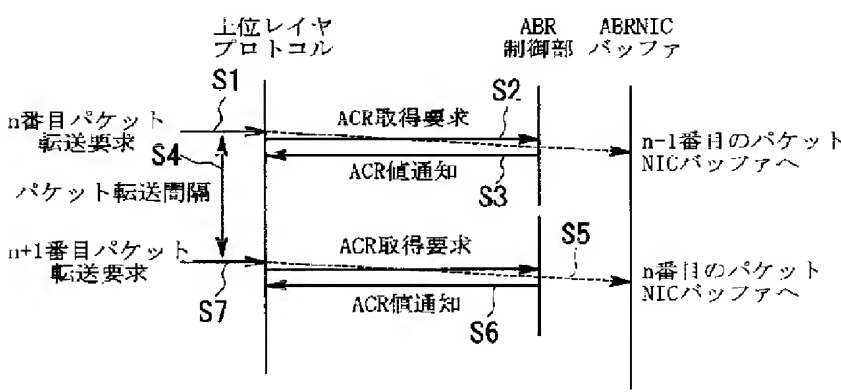
【図3】



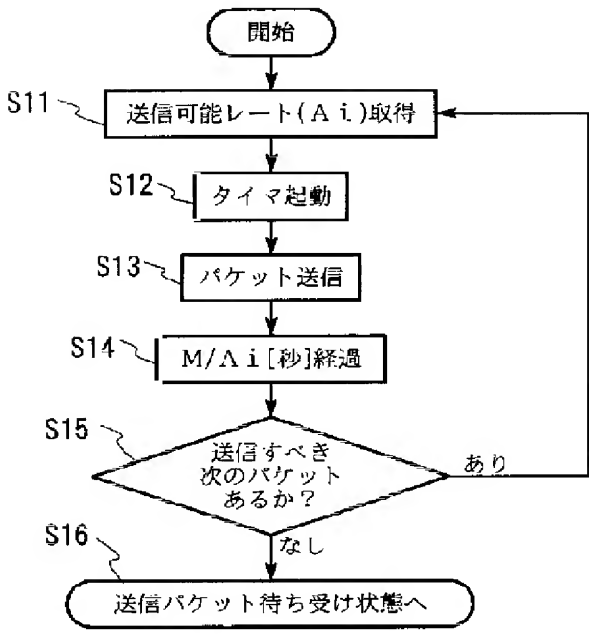
【図9】



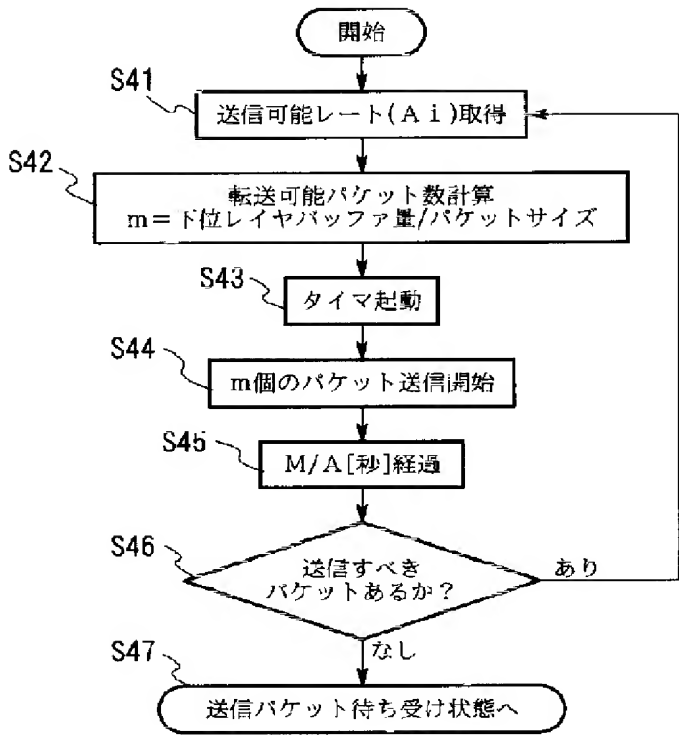
【図4】



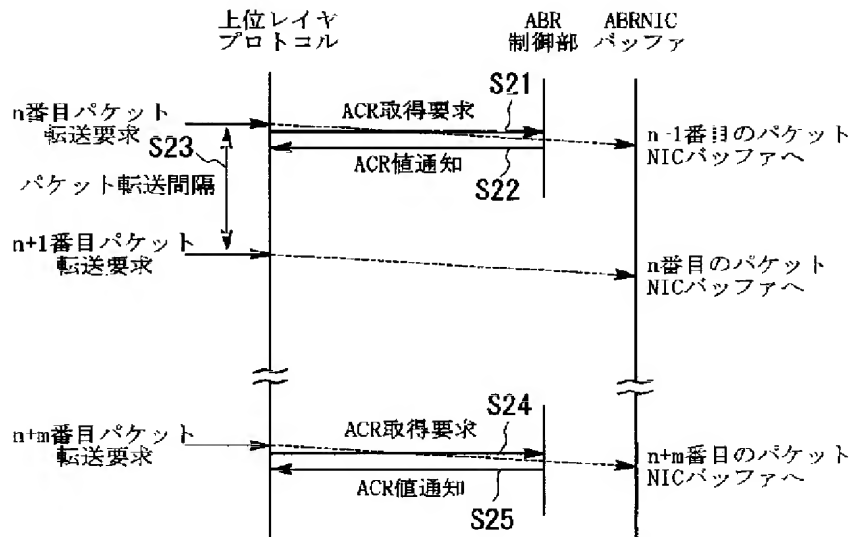
【図5】



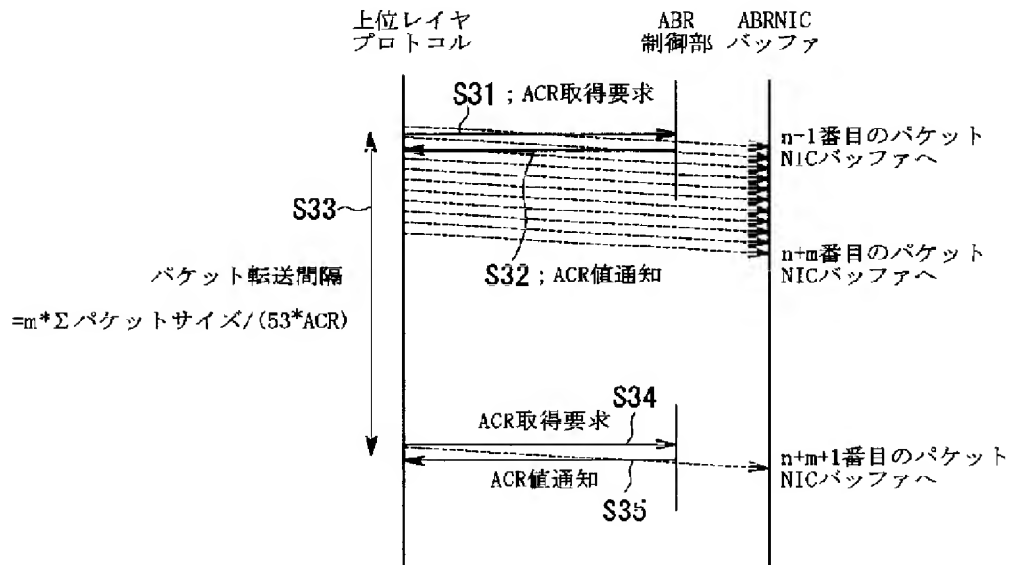
【図8】



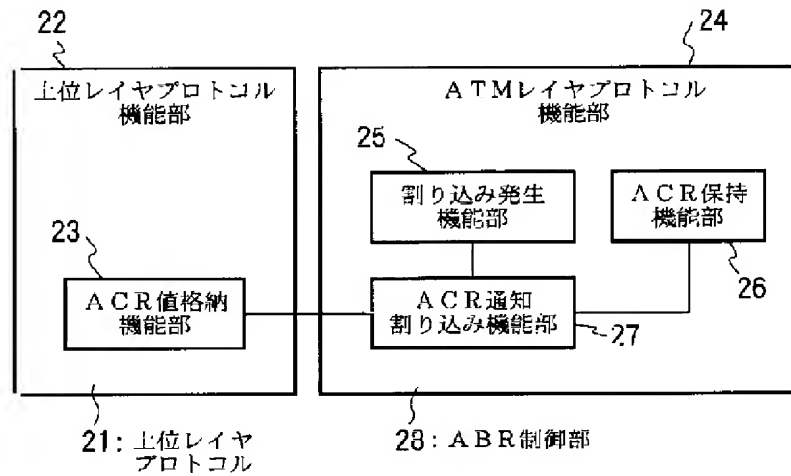
【図6】



【図7】



【図10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5K030 GA01 HB13 KA03 KX11 LC02
LC11 LD11 MA13 MB15
5K034 AA01 HH50 KK28 MM08 MM11
9A001 BB04 CC06 DD10 JJ12 KK56
LL09